

La production durable de biens et services en forêt méditerranéenne

Le point de vue de l'écologue

par Jacques BLONDEL

“Produire plus tout en préservant la biodiversité et les fonctions essentielles des écosystèmes, quelle est la position de l'écologue ?” C'est la question que nous avons posée à Jacques Blondel au moment de Foresterranée. Dans cet article, l'auteur fait le point sur les connaissances actuelles en matière de biodiversité et du rôle qu'elle joue dans le fonctionnement et la productivité des écosystèmes. Ainsi, le dialogue entre chercheurs et gestionnaires doit déboucher sur la définition d'un régime de perturbations qui soit acceptable à la fois par le gestionnaire et par l'écologue qui veille au maintien des diversités biologique et génétique.

“La forêt est un édifice, une somme de théories, une apocalypse”

Victor Hugo

Introduction

Ne se limitant ni aux arbres, ni même aux plantes, la forêt est un édifice complexe dont la prégnance sur les sociétés humaines rend son histoire indissociable de celle de ces dernières, comme l'ont bien montré, parmi bien d'autres, Gaston Roupnel dans son « *Histoire de la Campagne Française* » (1932) ou Andrée Corvol dans « *L'homme aux bois* » (1987). Depuis le déclin puis la disparition des vastes steppes à mammouths, consécutives à l'amélioration climatique du Tardiglaciaire, et l'installation des grands espaces forestiers à l'aube de l'Holocène, la forêt a été comme une matrice pour les sociétés humaines qui en ont été tributaires pour le meilleur comme pour le pire pendant plusieurs millénaires. D'abord lieu de cueillette et de chasse pour les sociétés primitives qui en dépendaient étroitement, la forêt est devenue ce lieu « extérieur » à la sphère humaine comme l'indique le nom latin dont il dérive, « *foris* » — en dehors de l'enclos [le lieu de vie humain] — dès lors que la maîtrise de l'agriculture et de l'élevage lui ont permis de s'en affranchir. Cessant d'être ce milieu de vie incontournable, elle devint un espace plus ou moins hostile que la hache fit régresser de manière constante depuis le Néolithique, avec toutes sortes de hauts et de bas provoqués par les heurs et malheurs des sociétés humaines soumises aux guerres, épidémies et catastrophes climatiques diverses. Si le regard et l'intérêt qu'on porte à la forêt méditerranéenne ont bien changé, elle reste un espace d'une inestimable valeur par les biens et services qu'elle rend aux sociétés humaines, ce que ces dernières n'apprécient pas toujours à leur juste valeur.

La longue histoire des relations entre sociétés humaines et forêt méditerranéenne

L'impact des sociétés humaines sur les écosystèmes forestiers du Bassin méditerranéen fut tel que certains auteurs, par exemple Di Castri (1981), n'hésitèrent pas à affirmer qu'une sorte de co-évolution a façonné les interactions entre ces écosystèmes et les humains à travers des pratiques constamment remises en cause de l'usage des terres. Redoutée ou recherchée, cultivée ou délaissée, la forêt a connu de multiples vicissitudes au cours des âges, faisant justice à cette remarque d'Andrée Corvol selon laquelle « *la forêt est un miroir des sociétés* ». Deux Ecoles opposées ont récemment été avancées pour expliquer ces interactions. La première qu'on peut appeler le « *Paradigme du Paradis Perdu* », proposée à l'origine par des peintres, poètes et historiens des XVI^e et XVII^e siècles, puis par un grand nombre d'écologues, affirme que l'impact des humains à travers la déforestation et le surpâturage s'est traduit par une dégradation progressive et cumulée des paysages méditerranéens. Cette théorie dénonce la destruction des magnifiques forêts qui auraient été si luxuriantes que d'aucuns n'hésitèrent pas à prétendre qu'un singe aurait pu aller de l'Espagne à la Turquie presque sans quitter la cime des arbres ! Ce point de vue a été défendu avec force conviction par David Attenborough dans son livre « *The First Eden. The Mediterranean World and Man* » (ATTENBOROUGH 1987), et développé à partir d'arguments écologiques par NAVEH (1973), McNEIL (1992) et THIRGOOD (1981), entre autres, qui soulignent qu'au moins dix millénaires de surexploitation des ressources caractérisent les interactions entre humains et forêt méditerranéenne. La seconde Ecole conteste ce point de vue pessimiste et les effets prétendument dévastateurs de l'impact humain, prétendant que le passé imaginaire idéalisé par les artistes et les écologues ne tient nullement compte du fait que les sociétés humaines ont en réalité contribué à maintenir les paysages méditerranéens dans l'état où ils se sont progressivement construits lors de l'amélioration climatique post-glaciaire, leur conférant un aspect de type savane boisée. Cette école, menée par GROVE & RACKAM (2001), pourrait être qualifiée de « *Paradigme du Jardin Cultivé* ». La

vérité est naturellement entre ces deux extrêmes (BLONDEL et ARONSON 1999) mais l'absence de données objectives sur ce à quoi les écosystèmes et paysages forestiers ressemblaient au cours de l'histoire de leur mise en place, tout comme l'extraordinaire complexité de leurs relations avec des sociétés humaines qui les ont manipulés et remaniés pendant quelque 300 générations, rendent extrêmement aléatoire la reconstitution de leurs trajectoires écologiques. A cet égard, l'histoire de la dynamique spatio-temporelle des relations entre l'homme et la diversité biologique serait particulièrement intéressante à étudier en Méditerranée. Bien qu'on dispose de peu de textes, mais d'une masse considérable de données qui ne demandent qu'à être valorisées, on pourrait estimer l'importance historique des déterminants humains sur la dynamique de la diversité biologique. On pourrait en particulier démontrer que ce n'est pas dans les systèmes naturels de forêt méditerranéenne dite « primitive » que la diversité biologique est la plus élevée, mais dans ceux qui sont caractérisés par une fréquence modérée de perturbations (BLONDEL 2008).

L'exode rural, sensible dès la fin du XIX^e siècle, et les nouveaux modes de vie qui se sont développés au cours du XX^e siècle ont radicalement changé la nature des relations séculaires avec la forêt, de sorte que le regard que nous lui portons aujourd'hui est bien différent de celui que leur portaient nos ancêtres. Ces changements sont déjà anciens puisque ces gigantesques soubresauts qu'ont été la Révolution française puis les deux guerres mondiales ont totalement transformé ces relations, comme l'illustre l'arrêt brutal d'une série de collectes, de cueillettes et de pratiques qui faisaient vivre les sociétés rurales d'autrefois dans un finage du département de l'Hérault (Cf. Fig. 1). Beaucoup de ces activités qui socialisaient la forêt et la « jardinaient » étaient héritées de ces pratiques traditionnelles qui façonnèrent les paysages méditerranéens pendant des siècles, par exemple la triade romaine *sylva-saltus-ager* et les systèmes de *dehesa-mon-tado* de la péninsule ibérique. Une analyse des effets de ces pratiques traditionnelles sur plusieurs composantes de la diversité biologique montrerait qu'elles ont eu des conséquences variables sur les composantes *alpha* (diversité intra-habitat), *beta* (diversité de transition ou *turnover* d'un habitat à l'autre) et la composante *gamma* (diversité d'ensemble à l'échelle d'un paysage, Cf. Fig. 2) mais

qu'en aucun cas ces conséquences ont été systématiquement négatives. Il est même probable que l'âge d'or de la diversité biologique dans l'espace méditerranéen n'a pas été le fait de quelque hypothétique « climax », au demeurant impossible à imaginer, mais à ces paysages forestiers habités, socialisés, exploités de manière à les transformer en des mosaïques d'habitats aux potentialités multiples.

Biens et services produits par la forêt

Ces biens et services relèvent des trois fonctions fondamentales de tout écosystème, à savoir les cycles de nutriments (carbone, azote, phosphore et autres éléments), la formation des sols et la production primaire. De la qualité de ces fonctions dépend celle des services fournis par les écosystèmes qui, dans le cas des forêts, se déclinent sous trois rubriques :

- * services d'approvisionnement, tels que biens de consommations directe, aliments, eau, fibres, bois, bioénergie, etc.
- * services culturels d'ordre esthétique, spirituel, éducatif, scientifique, récréatif,
- * services de régulation qui comprennent tout un ensemble de propriétés écosystémiques :
 - protection des bassins versants par la fertilisation des sols,
 - régulation des climats locaux,
 - échange de gaz et stockage du carbone (qualité de l'air, réduction des gaz à effet de serre),
 - protection des régimes hydrologiques (étiages, inondation),
 - épuration des eaux,
 - protection de la diversité biologique et génétique des espèces,
 - interactions entre espèces (symbioses, mutualismes, fonctions de pollinisation, dispersion des diaspores végétales, action d'espèces jouant un rôle particulier dans l'écosystème (« ingénieurs écologiques », « clé de voûte », etc.).

On s'efforce actuellement d'attribuer une valeur marchande à ces biens et services, un peu dans la ligne des travaux du rapport de Nicholas STERN (1996) sur le coût du réchauffement climatique. La valeur économique totale d'un écosystème ou d'un paysage se décompose en valeurs d'usage et valeurs de non-usage (PEARCE & TURNER

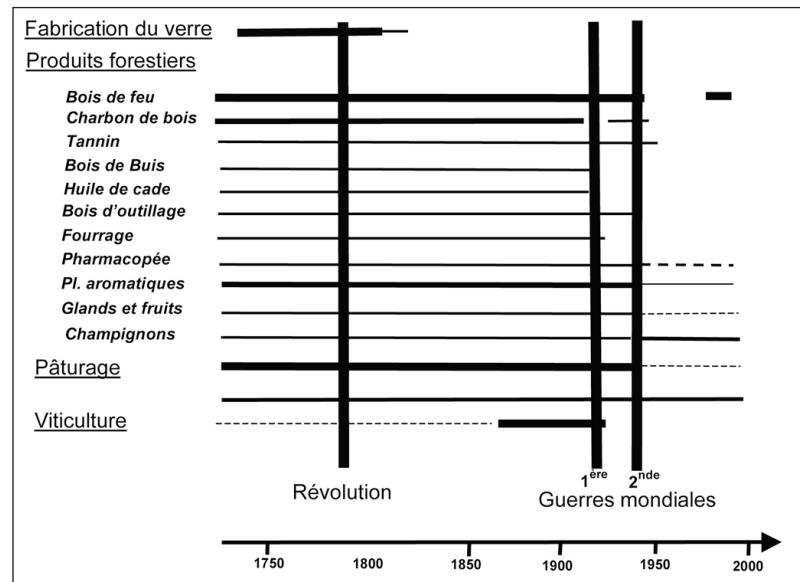


Fig. 1 (ci-dessus) :

Evolution de l'utilisation d'une forêt méditerranéenne au cours des 250 dernières années dans le département de l'Hérault. L'épaisseur des traits est proportionnelle à l'intensité de l'activité (d'après de Bonneval 1990 et Soulier 1993).

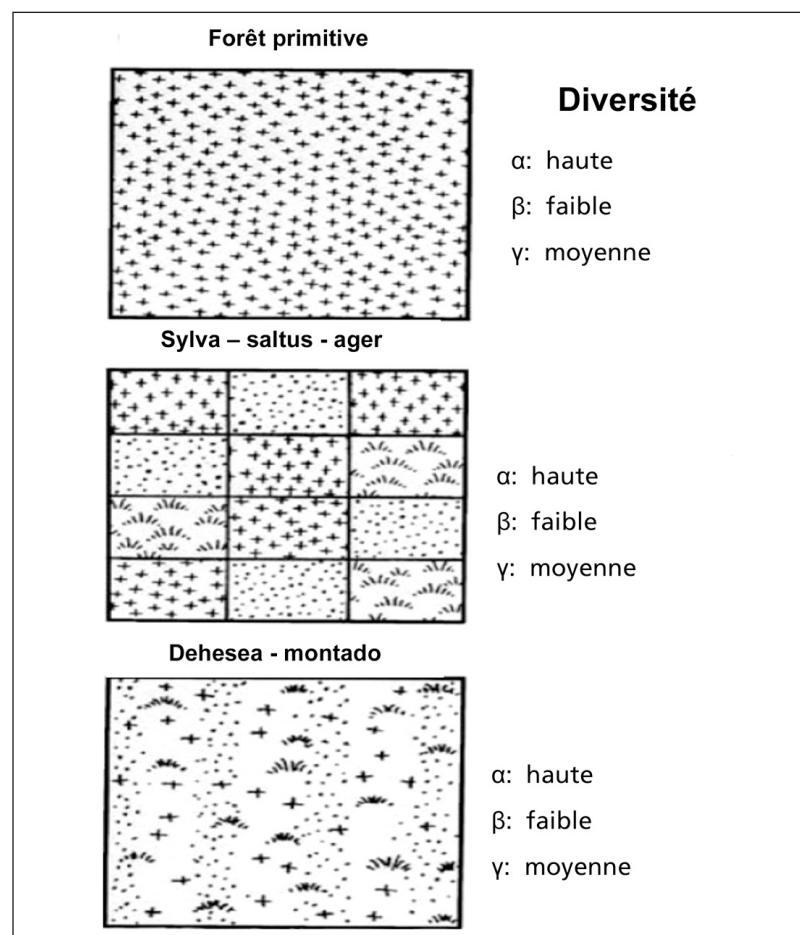


Fig. 2 (ci-dessus) :

Modèle illustrant les valeurs hypothétiques des diversités α (intra-habitat), β (inter-habitat) et γ (diversité d'ensemble du paysage) dans deux systèmes traditionnels d'utilisation des terres dans le bassin méditerranéen (sylva-saltus-ager et dehesa-montado) (d'après Blondel et Aronson A1999). Voir le texte.

1990). Les premières peuvent être directes (biens et marchandises), ou indirectes (activités récréatives, services écosystémiques). Quant aux valeurs de non-usage, il s'agit des « valeurs d'option » qui concernent les éléments de l'écosystème qui sont susceptibles d'être un jour utilisables (médicaments potentiels, mise en valeur encore non inventée de produits naturels), ou encore des valeurs d'existence (le fait de savoir qu'une espèce existe, même si on n'a aucune chance de la voir), enfin des valeurs de legs (ce qu'il restera aux générations futures).

L'écologue ne peut aborder que de manière tangentielle les services d'approvisionnement qui relèvent surtout du champ de l'économie, encore que l'exploitation millénaire de ces biens a modelé les paysages forestiers et laissé une empreinte sur les autres services que l'écologue ne peut ignorer. Les services de régulation qui concernent au premier chef l'écologue sont longtemps restés méconnus et largement sous-estimés. Ils sont aujourd'hui l'objet de recherches très actives à travers l'observation et l'expérimentation (LOREAU *et al.* 2001).

Les fonctions fondamentales de l'écosystème forestier, dont dépend la qualité de ses services de régulation, relèvent de processus qui participent des phases anabolique puis catabolique du système (production, pollinisation, dispersion des diaspores, recyclage de la matière organique, mycorhization, etc.).

Pour ce qui est de la phase anabolique de production, on a expérimentalement démontré, soit dans des enceintes de type « écotron », soit par des expériences en enclos contrôlés (LOREAU *et al.* 2002) que des services aussi fondamentaux que la productivité des écosystèmes, leur résistance au changement et leur résilience après perturbation, dépendent de la diversité des espèces qui participent à ces fonctions au sein des différents groupes fonctionnels qui constituent l'architecture des communautés. Quant à la phase catabolique de recyclage de la matière organique après la mort des arbres, il s'agit d'une phase cruciale et d'autant plus importante d'un point de vue fonctionnel que l'écosystème forestier a été à l'origine des ensembles d'organismes décomposeurs les plus complexes qu'on puisse trouver en milieu terrestre (succession des communautés, diversité des types adaptatifs, symbioses, compétition, parasitisme, etc.), ce qui s'explique par la production massive de tissus ligneux particulièrement difficiles à recycler. On estime que plus de 40% de la diversité

biologique des écosystèmes forestiers relève d'organismes saproxylophages (coléoptères, diptères, nématodes, champignons, micro-organismes) dont la survie est essentielle au fonctionnement de l'écosystème forestier (VALLAURI *et al.* 2005). Ces communautés se succèdent pour assurer les trois grandes phases de recyclage du bois mort : colonisation, décomposition et humification.

Qu'il s'agisse de la phase anabolique de construction de la forêt ou de la phase catabolique de recyclage du bois mort, tous les spécialistes s'accordent aujourd'hui pour reconnaître que la qualité des fonctions écosystémiques assurées par les systèmes forestiers dépend de la diversité des groupes fonctionnels et de la richesse en espèces de chacun d'eux. Cela revient à dire que la forêt « fonctionnera » d'autant mieux que cette diversité, qui est un héritage de l'histoire de sa mise en place, sera maintenue.

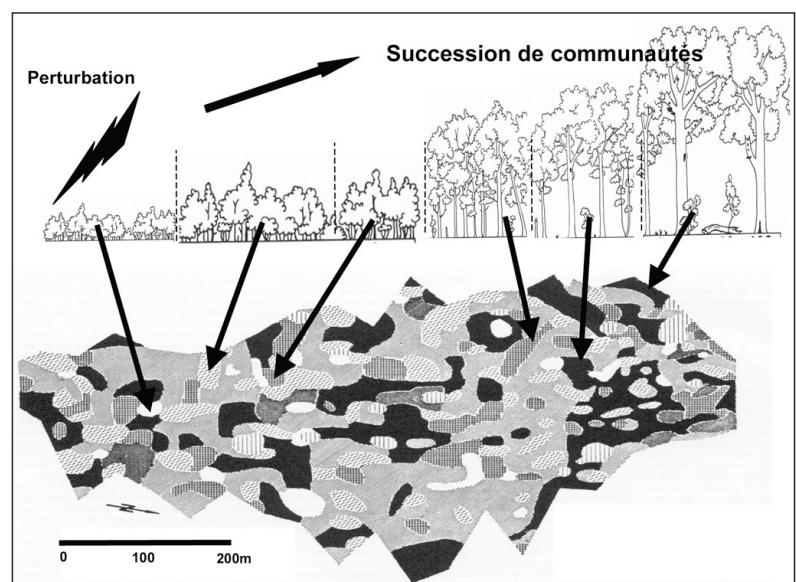
La forêt est un espace hétérogène et changeant

D'où la nécessité d'explorer le *tempo* et le *mode* de cette histoire au cœur de laquelle se trouvent les perturbations qui garantissent l'hétérogénéité de la structure forestière et, partant, la gamme des habitats qui la composent. Par perturbations, on entend toute une série d'événements qui peuvent se manifester à toutes les échelles de temps et d'espace et présenter une gamme immense de niveaux de magnitude, de la butte de déracinement consécutive à un chablis à un grand cataclysme climatique. Ainsi un chablis dans une forêt ancienne ou le plan d'eau que retient la digue qu'a construite une famille de castors sur un ruisseau dans une forêt, sont des perturbations au même titre qu'une avalanche, un incendie ou une tornade. Les espèces envahissantes peuvent aussi être des agents de perturbation et avoir des effets dévastateurs sur la biodiversité. D'où la prudence dont doivent faire preuve les forestiers quand il s'agit d'introduire des espèces exotiques dans les forêts qu'ils gèrent. L'analyse du rôle fonctionnel des perturbations soulève la question des mécanismes évolutifs et écologiques par lesquels les systèmes biologiques y répondent.

Les travaux de paléoclimatologie, de paléobotanique et d'archéobotanique qui ont permis de reconstituer les paysages forestiers d'Europe avant les grands défrichements qui

débutèrent dès le Néolithique nous ont appris que la forêt primitive ne ressemblait en rien à une forêt cathédrale comme on se l'imagine parfois. Elle avait plutôt l'allure d'une trame à maille grossière, de place en place interrompue par les grandes rivières, et qui présentait un caractère réticulé en raison des « clairs » créés par les perturbations naturelles, ces clairs pouvant d'ailleurs être plus ou moins entretenus par les grands mammifères herbivores aujourd'hui disparus. De fait, les quelques forêts « à caractère primaire » qui subsistent ça et là en Europe se présentent toujours comme une mosaïque d'habitats hétérogènes, le moteur de cette hétérogénéité étant le régime régional de perturbations dont la fréquence et l'amplitude sont des attributs propres à chaque région (Cf. Fig. 3). Sous conditions homogènes de climat et de sol qui devraient déterminer ce qu'on a coutume d'appeler le « climax », stade ultime de développement de la forêt, on découvre qu'au lieu de trouver une forêt régulière et homogène sur de vastes surfaces, la forêt est en réalité une mosaïque complexe d'habitats à des degrés variables de dynamique successionnelle. C'est dans ces systèmes qu'on peut définir ce que les écologues appellent les diversités α , β , et γ évoquées plus haut, la diversité α étant celle de chaque compartiment élémentaire de la mosaïque d'habitats, la diversité β représentant le changement de diversité (*turnover*) quand on passe d'un habitat à l'autre et la diversité γ étant la diversité d'ensemble de la mosaïque. Cette dernière n'est autre que l'héritage de biodiversité légué par l'histoire et qui s'est constitué à travers le temps évolutif, celui qui génère la biodiversité lors des processus de différenciation des populations et des espèces.

Si l'on résumait sur un petit film d'une vingtaine de minutes ce qui se passe en trois cents ans, période qui correspond grossièrement à un cycle sylvigénétique dans les forêts d'Europe tempérée, le paysage se transformerait, tel un véritable kaléidoscope, en une mosaïque tournante d'habitats qui passent progressivement du blanc au gris, puis au noir sur la figure 3. Pour paraphraser les notions bien connues de métapopulations et de métacommunautés, ces habitats situés à des stades variables du processus successionnel se déploient sur un métaclimax, ce dernier étant l'ensemble des conditions d'habitats nécessaires au maintien de l'héritage façonné par l'histoire évolutive des flores et de leurs faunes, c'est-à-dire la tota-



lité des espèces végétales et animales qui font fonctionner l'écosystème (BLONDEL 1995).

Ce que l'on sait maintenant du fonctionnement des systèmes forestiers devrait nous aider à gérer ces derniers de manière à garantir la survie de toutes les espèces léguées par l'histoire, seul moyen d'assurer une production optimale des services écologiques qu'ils rendent. De manière formelle, le meilleur moyen de parvenir à ces buts serait de préserver les dynamiques générées par les régimes locaux de perturbation, ce qui est plus facile à dire qu'à faire car les gestionnaires n'aiment pas les perturbations naturelles qui vont à l'encontre des besoins d'ordre et de sécurité que nécessitent les impératifs de gestion.

Mais on ne manque pas d'outils efficaces pour reconstituer ou simuler ce que fait la nature. L'un d'entre eux est résumé par la règle d'or des cinq « M », *Making Mimics Means Managing Mixtures* proposé en 1998 par DAWSON et FRY. Cette règle, appliquée à l'origine aux systèmes pâturés mais extensible à tous les systèmes naturels, explique comment faire pour maintenir une diversité maximale qui sert au mieux les écosystèmes et optimise les services qu'ils rendent aux sociétés humaines. La logique repose sur le principe selon lequel les taux moyens de perturbations sont favorables au maintien d'une biodiversité maximale et d'une dynamique optimale des systèmes écologiques. Ce thème prend toute son importance dans les écosystèmes méditerranéens qui sont soumis à toutes sortes de perturbations qu'il convient de gérer au mieux.

Fig. 3 :
Matrice forestière composée d'une mosaïque d'habitats à des stades variables de développement sylvigénétique. Les espaces en blanc correspondent à des milieux récemment perturbés tandis que les espaces en noir correspondent à de la forêt mûre. La succession écologique qui se développe après perturbation peut être décomposée en habitats distincts (arbitrairement séparés par des pointillés) caractérisés par une diversité α . La diversité β correspond au renouvellement d'espèces d'un habitat à l'autre et la diversité γ est la diversité totale de toute la succession (d'après Mueller-Dombois 1987).

Jacques BLONDEL
Directeur
de recherche émérite
CEFE – CNRS
1919 Route
de Mende
34293 Montpellier
cedex 5
Mél : jacques.
blondel@cefe.cnrs.fr

Conclusion

L'histoire des forêts s'inscrit sur le temps long de l'évolution qui a construit l'héritage que nous connaissons aujourd'hui. Mais le maintien de cet héritage, à savoir la survie de la biodiversité et le maintien des fonctions écosystémiques, est garanti par les processus qui opèrent sur le temps court de l'écologie. Or ces processus sont étroitement tributaires des mécanismes qui entretiennent l'hétérogénéité des écosystèmes.

Le message à retenir est que les perturbations sont nécessaires au maintien de la totalité des habitats qui caractérisent les forêts et en garantissent le fonctionnement et les services. Ces habitats réalisent une mosaïque qui est un attribut spécifique à chaque région biogéographique, héritage fabriqué par l'évolution à travers le temps. S'il n'y avait ni incendies ni tempêtes ni animaux herbivores qui ouvrent les milieux en « consommant » la végétation, le paysage ne comporterait que de la forêt et serait dépourvu de tous les organismes adaptés aux milieux ouverts. Si le feu en région méditerranéenne suscite à juste titre terreur et réprobation, il n'en demeure pas moins un facteur de perturbation nécessaire pour autant que sa fréquence ne dépasse pas un certain seuil. Dans certaines régions, le feu est même le facteur principal de perturbation. C'est le cas notamment de la forêt boréale où les incendies de forêt peuvent couvrir des dizaines de milliers d'hectares au point que deux millions d'hectares de forêt canadienne sont parcourus chaque année par le feu qui est une composante essentielle de sa dynamique.

Le dialogue entre chercheurs et gestionnaires doit donc déboucher sur la définition d'un régime de perturbations qui soit acceptable à la fois par le gestionnaire (qui redoute les "accidents" qu'il ne contrôle pas) et par l'écologue qui veille au maintien de la diversité biologique léguée par l'histoire et la diversité génétique nécessaire au potentiel d'adaptation des populations au changement. Malgré l'aspect encore incomplet de nos connaissances sur la diversité biologique qui est immense et extraordinairement complexe, tout comme le sont les services et fonctions des écosystèmes, notamment pour tout ce qui concerne les interactions entre espèces, l'écologue peut aujourd'hui porter un jugement d'expert sur l'état de la biodiversité dans un écosystème donné. Ce que l'on sait des services écosystémiques fournit

une grille efficace pour apprécier la complexité des rôles que joue la biodiversité dans le fonctionnement et la productivité des écosystèmes. Nos connaissances nous autorisent à avancer que l'hypothèse d'une relation proportionnelle entre biodiversité et services écosystémiques peut être considérée comme une option « raisonnablement prudente » (Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, comm. pers.).

J.B.

Bibliographie

- Attenborough, D., 1987 - *The First Eden. The Mediterranean World and Man*. Fontana/Collins, London.
- Blondel, J., 1995 - La dynamique de la forêt naturelle. *Forêt Méditerranéenne* 16 : 239-246.
- Blondel, J., 2008 - Incertitude et Biodiversité : violence de la nature, résilience de la vie. Pages 16-23 in J. Weber (ed.). *Changement global, biodiversité et écosystèmes. Vers quels services écologiques ? 5^e Journées de l'Institut Français de la Biodiversité, Tours 3-5 décembre 2007*.
- Blondel, J. and Aronson, J., 1999 - *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press, Oxford.
- Corvol, A. - 1987 - *L'Homme aux bois. Histoire des relations de l'homme et de la forêt XVII-XX^e siècle*. Fayard, Paris.
- Dawson, T. and Fry, R., 1998 - Agriculture in Nature's image. *Trends Ecol. Evol.* 13(2), 50-51.
- De Bonneval, L. 1990 - D'un taillis à l'autre. La déshérence d'un patrimoine forestier communal (Valliguières, Gard), 1820 - 1990. Montfavet, INRA, Unité d'Ecodéveloppement.
- Di Castri, F., 1981 - Mediterranean-type shrublands of the world. In Mediterranean-type shrublands (ed. F. Di Castri, D.W. Goodall, and R.L. Specht), pp. 1-52. *Ecosystems of the World*, vol. 11. Elsevier, Amsterdam.
- Grove, A. T. & Rackham, O., 2001 - *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*. Yale Univ. Press, New Haven and London.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A., Hoopze, D. U., Huston, M. A., Raffaelli, D. G., Schmid, B., Tilman, D. & Wardle, D. A., 2001 - Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- Loreau, M., Naeem, S. & Inchausti, P., 2002 - *Biodiversity and ecosystem functioning - synthesis and perspectives*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- McNeil, J. R., 1992 - *The mountains of the Mediterranean world, an environmental history*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Mueller-Dombois, D., 1987 - Natural dieback in forests. *BioScience* 37(8), 575-583.
- Naveh, Z. & Dan, J., 1973 - The human degradation of Mediterranean landscapes in Israël. *Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure*. F. Di Castri & H. A. Mooney (eds.). Heidelberg, Springer-Verlag: 372-390.
- Pearce, D.W. & Turner, R.K. 1990 - *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins Univ. Press.
- Roupenel, G., 1932 - *Histoire de la Campagne française*, Grasset, Paris.
- Soulier, A., 1993 - *Le Languedoc pour héritage*. Presses du Languedoc, Montpellier.
- Stern, N., 1996 - *The economics of climate change. The Stern review*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- Thirgood, J. V., 1981 - *Man and the Mediterranean Forest*. Academic Press, New York.
- Vallauri, D., André, J., Dodelin, B., Eynard-Machet, R. & Rambaud, D. 2005 - *Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.